

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-21036
(P2000-21036A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B 11/10	5 0 6	G 1 1 B 11/10	5 0 6 A 5 D 0 7 5
	5 8 6		5 8 6 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-185155

(22) 出願日 平成10年6月30日 (1998.6.30)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 白鳥 力

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100070219

弁理士 若林 忠 (外4名)

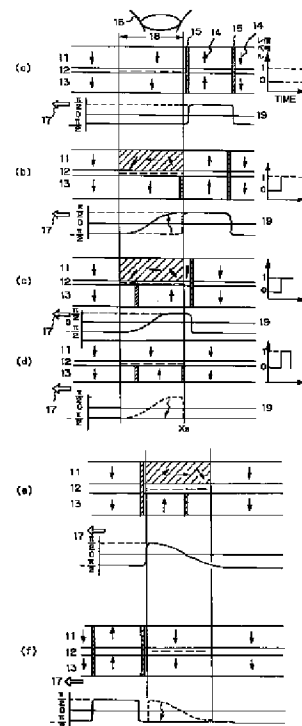
Fターム(参考) 5D075 CC11 EE03 FF12

(54) 【発明の名称】 磁性記録媒体およびその再生方法

(57) 【要約】

【課題】 再生信号振幅を低下させることなく光学系の分解能を超えた記録密度の信号の再生が可能な、磁壁抗磁力等の影響を受け難くデータ転送レートの向上が可能な、磁性記録媒体および記録情報の再生方法の提供。

【解決手段】 少なくとも第1、第2および第3の磁性層が室温において互いに交換結合し順次積層されてなる磁性記録媒体であって、前記第2の磁性層は第1の磁性層および第3の磁性層よりもキュリー温度の低い磁性膜からなり、少なくとも第2の磁性層のキュリー温度近傍の温度において、前記第1の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さが200nm以上であり、第3の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さは20nm以下であることを特徴とする磁性記録媒体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも第1、第2および第3の磁性層が室温において互いに交換結合し順次積層されてなる磁性記録媒体であって、前記第2の磁性層は第1の磁性層および第3の磁性層よりもキュリー温度の低い磁性膜からなり、少なくとも第2の磁性層のキュリー温度近傍の温度において、前記第1の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さが200nm以上であり、第3の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さは20nm以下であることを特徴とする磁性記録媒体。

【請求項2】 請求項1記載の磁性記録媒体から記録情報を再生する方法であって、該媒体上に少なくとも前記第2の磁性層のキュリー温度以上の温度領域を有する温度分布を形成し、該温度領域を該媒体に対して相対的に移動させ、前記第1の磁性層に形成されている磁壁が該温度領域に進入したときの該磁壁の厚さの増大を検出して記録情報を再生することを特徴とする記録情報再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁性材料の磁化の配列状態により情報の記録を行う磁性記録媒体に関する。特に光ビームにより情報の再生を行う光磁気記録方式等において、記録密度の向上を可能とする記録媒体、および記録情報の再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】書き換え可能な記録媒体として、各種の磁性記録媒体が実用化されている。特に、半導体レーザーの熱エネルギーを用いて磁性薄膜に磁区を書き込んで情報を記録し、磁気光学効果を用いてこの情報を読み出す光磁気記録媒体は、高密度記録が可能な大容量可換媒体として期待されている。近年、動画像のデジタル化の動きとあいまって、これらの磁性記録媒体の記録密度を高めてさらに大容量の記録媒体とする要求が強まっている。

【0003】光磁気記録媒体等の光ディスクの線記録密度は、再生光学系のレーザー波長および対物レンズの開口数に大きく依存する。すなわち、再生光学系のレーザー波長 λ と対物レンズの開口数NAが決まるとビームウエストの径が決まるため、信号再生時の空間周波数は2NA/ λ 程度が検出可能な限界となってしまう。したがって、従来の光ディスクで高密度化を実現するためには、再生光学系のレーザー波長を短くし、対物レンズの開口数NAを大きくする必要がある。しかしながら、レーザー波長や対物レンズの開口数には限界がある。このため、記録媒体の構成や読み取り方法を工夫して、記録密度を改善する技術が開発されている。

【0004】例えば特開平3-93058号においては、磁氣的に結合される再生層と記録保持層とを有してなる多層膜の、記録保持層に信号記録を行うとともに、

再生層の磁化の向きを揃えた後、レーザー光を照射して加熱し、再生層の昇温領域に、記録保持層に記録された信号を転写しながら読み取る信号再生方法が提案されている。

【0005】この方法によれば、再生用のレーザーのスポット径に対して、このレーザーによって加熱されて転写温度に達し信号が検出される領域は、より小さな領域に限定できるため、再生時の符号間干渉を減少させ、2NA/ λ 以上の空間周波数の信号の再生が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平3-93058号記載の光磁気再生方法には、再生用のレーザーのスポット径に対して、有効に使用される信号検出領域が小さくなるため、再生信号振幅が低下し、十分な再生出力が得られないという欠点がある。このため、有効信号検出領域をスポット径に対してあまり小さくすることはできず、結局は光学系の回折限界で決まる記録密度に対して、大幅な高密度化を達成することはできない。

【0007】本発明は上記に鑑みなされたものであって、上記のような従来技術の課題を解決すべくなされたものである。すなわち本発明の目的は、再生信号振幅を低下させることなく、光学系の分解能を超えた記録密度の信号の再生が可能な磁性記録媒体および記録情報の再生方法を提供することにある。

【0008】既に本発明者は、特開平6-290496号において同様の目的の提案を行っている。この公知案と本発明との差異は、公知案では磁壁の移動を検出するのに対し、本発明では磁壁厚さの拡大を検出していることにある。該公知案では磁壁移動速度に限界があり、再生時のデータ転送レートをあまり速くすることができないという問題があった。

【0009】本発明は、この問題をも解決課題としており、磁壁移動モードに代わって磁壁厚さの拡大という一斉回転モードによる状態遷移を利用することにより、磁壁抗磁力等の影響を受けにくく、データ転送レートの向上が可能な記録媒体、および記録情報の再生方法を提供することをも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題・目的は以下に示す本発明によって解決・達成される。すなわち本発明は、少なくとも第1、第2および第3の磁性層が室温において互いに交換結合し順次積層されてなる磁性記録媒体であって、前記第2の磁性層は第1の磁性層および第3の磁性層よりもキュリー温度の低い磁性膜からなり、少なくとも第2の磁性層のキュリー温度近傍の温度において、前記第1の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さが200nm以上であり、第3の磁性層の単層膜として存在した場合の磁壁の厚さは20nm以下であることを特徴とする磁性記録媒体を開示するもの

である。

【0011】また本発明は、前記本発明の磁性記録媒体から記録情報を再生する方法であって、該媒体上に少なくとも前記第2の磁性層のキュリー温度以上の温度領域を有する温度分布を形成し、該温度領域を該媒体に対して相対的に移動させ、前記第1の磁性層に形成されている磁壁が該温度領域に進入したときの該磁壁の厚さの増大を検出して記録情報を再生することを特徴とする記録情報再生方法を開示するものである。

【0012】(作用)図1は本発明の磁性記録媒体および記録情報の再生方法における作用を説明するための模式図である。本発明の磁性記録媒体の磁性層は、第1の磁性層11、第2の磁性層12、第3の磁性層13が順次積層されてなる。各層中の矢印14は原子スピンの向きを表している。斜線部ではスピンの向きが遷移しており磁壁15が形成されている。第1の磁性層11中でのスピンの向きの分布が、縦軸を膜面方向を0ラジアンとしたときのスピンの向きの角度とし、横軸を媒体模式図に対応した位置として、媒体模式図の下側にグラフ19で示されている。

【0013】この媒体の第1の磁性層11側から再生用の光ビーム16を照射しながら、媒体を光ビームに対して矢印17の方向に移動させる。光ビームの強度を調整して、記録膜上の適当な領域18を第2の磁性層のキュリー温度以上に加熱する。この加熱領域は、再生用に照射されている光ビームとは別の加熱手段を併用して、再生用の光ビームスポットを包含する領域に形成してもよい。

【0014】原子スピンの配向状態の変化を検出する再生用の手段は、光ビームに限らず、漏洩磁界の変化を検出する磁気ヘッドのようなものでもよい。また原子スピンは膜面に平行に配向していてもよい。ここでは、反射光の偏光面の変化を検出する磁気光学ヘッドを用いて光ビームにより再生することを前提に説明する。

【0015】図1(a)~(f)は、媒体が矢印14の方向に順次移動していったときのスピンの配向状態の変化を示している。

【0016】媒体が(a)の位置にあるときには、再生用の光ビームスポット下の第1の磁性層中のスピンの向きは下向きになっている。このときの反射光の偏光状態から得られる出力レベルをレベル0とする。

【0017】第1の磁性層の本来の磁壁の厚さは、第3の磁性層の磁壁の厚さよりも10倍以上厚いはずである。しかし、位置Xsよりも右側では第1の磁性層と第3の磁性層とは第2の磁性層を介して交換結合しており、両者の間で磁壁厚さが急激に変化すると、両層間にスピンの不整合が生じて界面磁壁エネルギーが貯えられ、系のエネルギーを高めてしまう。このため、第1の磁性層の磁壁厚が第3の磁性層の磁壁厚とほぼ同じ厚さに圧縮されて、エネルギー極小の状態をとる。厳密に

は、第1の磁性層内の磁壁は、第2の磁性層と接する面と逆側の面では若干厚くなると考えられるが、図では簡略化のため、膜厚方向の磁壁厚さの変化を無視している。

【0018】媒体が(b)の位置まで移動すると、磁壁が第2の磁性層のキュリー温度以上に加熱された領域18に進入する。この領域では第1の磁性層と第3の磁性層との間の交換結合が切断されているので、第1の磁性層内の磁壁はこの磁性膜の本来の磁壁厚まで広がって最も低いエネルギーの状態をとる。但し、本来の磁壁厚が結合切断領域18よりも広い場合には、この領域以上に広がると第3の磁性層のスピンとの不整合で逆にエネルギーを貯めてしまうので、図のように結合切断領域の幅まで広がった状態が最もエネルギーの低い状態になる。この結果、再生用の光ビームスポット下の第1の磁性層中のスピンの向きがおおむね上向きに変化し、反射光の偏光状態から得られる出力レベルがレベル1に変化する。

【0019】媒体が(c)の位置まで移動しても、結合切断領域18に拡大した第1の磁性層の磁壁は、エネルギーボトムの状態をとるようにこの領域に固定される。したがって、出力レベルはレベル1を維持したままである。ところが、媒体が(d)の位置まで移動すると、次の磁壁が領域18に進入してくる。すると、この磁壁が結合切断領域18に拡大し、もともと領域18に形成されていた磁壁と合体してスピンの捻れが消滅し、スピンの向きは全て下向きになる。この結果出力レベルが再びレベル0に変化する。

【0020】このように、媒体の移動に伴って磁壁が領域18に進入するたびに出力レベルの変化が起こるので、情報に対応させて磁壁を形成しておけば、情報を再生することができる。再生信号振幅は記録されている磁壁の間隔(すなわち記録マーク長)によらず一定の振幅になり、光学的な回折限界に起因した波形干渉等の問題から完全に解放されるのである。

【0021】但し、媒体が(e)および(f)の位置まで移動して、第3の磁性層に保存されている磁壁が結合切断領域18から出て行く際に、第1の磁性層にこの磁壁が転写され、図に示すように領域18におけるスピンの状態がそれぞれ図示するように変化するので、信号再生時にこの影響を排除するように注意する必要がある。第1の磁性層の単層膜としての磁壁厚ができるかぎり厚く、第3の磁性層の単層膜としての磁壁厚ができるかぎり薄い方が、第1の磁性層の磁壁拡大時の検出が容易になるが、第1の磁性層の単層膜としての磁壁厚が200nm程度以上で、第3の磁性層の単層膜としての磁壁厚が20nm程度以下であれば検出が可能である。

【0022】本来の磁壁厚が結合切断領域18よりも狭い場合にも同様にして検出可能であり、さらに、該領域18内で拡大した磁壁が、温度勾配による磁壁エネルギーの勾配に伴って高温側に磁壁移動する場合にも同様に

して検出可能である。これらの場合については以下の実施例の中で言及する。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施態様を図面を参照して具体的に説明する。図2は本発明の磁性記録媒体の層構成の一実施態様を示す模式的断面図である。この態様においては、基板26上に、下地層25、第1の磁性層21、第2の磁性層22、第3の磁性層23、上地層24が順次積層されている。基板26としては、例えば、ポリカーボネート、アクリル、ガラス等を用いることができる。下地層25や上地層24としては、例えば、SiN、AlN、SiO、ZnS、MgF、TaO等の誘電体材料を使用することができる。

【0024】磁壁の移動を光学的に検出するのでなければ、必ずしも透光性材料である必要はない。磁性層以外の層は必須のものではない。磁性層の積層順序を逆にしてもよい。また、この構成に、さらに、Al、AlTa、AlTi、AlCr、Cu、Pt、Au等からなる金属層を付加して、熱的な特性を調整してもよい。また、高分子樹脂からなる保護コートが付与してもよい。あるいは、成膜後の基板を貼り合わせてもよい。

【0025】これら各層は、例えばマグネトロンスパッタ装置による連続スパッタリング、または連続蒸着等によって被着形成できる。特に各磁性層は、真空を破ることなく連続成膜されることにより、互いに交換結合をしている。上記媒体において、第1～第3の各磁性層21～23は、磁気記録媒体や光磁気記憶媒体に一般的に用いられている材料の他、磁気バブル材料や反強磁性材料等の、種々の磁性材料によって構成することができる。

【0026】例えば、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er等の希土類金属元素の一種類あるいは二種類以上の10～40原子%と、Fe、Co、Ni等の鉄族元素の一種類あるいは二種類以上の90～60元素%とで構成される希土類-鉄族非晶質合金によって構成することができる。また、耐食性向上等のために、これらの合金にCr、Mn、Cu、Ti、Al、Si、Pt、In等の元素を少量添加してもよい。また、Pt/Co、Pd/Co等の白金族-鉄族周期構造膜や、白金族-鉄族合金膜、Co-Ni-OやFe-Rh系合金等の反強磁性材料、磁性ガーネット等の材料も使用可能である。

【0027】重希土類-鉄族非晶質合金の場合、飽和磁化は、希土類元素と鉄族元素との組成比により制御することが可能である。補償組成にすれば、室温での飽和磁化を0emu/ccにすることができる。

【0028】キュリー温度も、組成比により制御することが可能である。飽和磁化と独立に制御するためには、鉄族元素として、Feの一部をCoで置き換えた材料を用い、置換量を制御する方法がより好ましく利用できる。すなわち、Feの1原子%をCoで置換することにより、6℃程度のキュリー温度上昇が見込めるので、この関係

を用いて所望のキュリー温度となるようにCoの添加量を調整する。Cr、Ti、Al等の非磁性元素を微量添加することにより、逆にキュリー温度を低下させることも可能である。また、二種類以上の希土類元素を用いてそれらの組成比を調整することによってもキュリー温度の制御が可能である。

【0029】磁壁抗磁力や磁壁エネルギー密度は、主として材料元素の選択によって制御するが、下地の状態や、スパッタガス圧等の成膜条件によっても調整可能である。TbやDy系の材料は磁壁抗磁力や磁壁エネルギー密度が大きく、Gd系材料は小さい。不純物の添加等によって調整することもできる。膜厚は、成膜速度と成膜時間で制御できる。

【0030】第1の磁性層としては、例えば、GdCo、GdFeCo、GdFe、NdGdFeCo等の垂直磁気異方性の小さな希土類-鉄族非晶質合金や、ガーネット等のバブルメモリ用材料が望ましい。反強磁性材料も望ましい。第2および第3の磁性層としては、例えばTbFeCo、DyFeCo、TbDyFeCo等の希土類-鉄族非晶質合金や、Pt/Co、Pd/Co等の白金族-鉄族周期構造膜等、垂直磁気異方性が大きく安定に磁化状態が保持できるものが望ましい。

【0031】本発明の磁性記録媒体へのデータ信号の記録は、磁気記録もしくは熱磁気記録によって、第3の磁性層の磁化配向状態をデータ信号に対応させることによって行なう。熱磁気記録には、媒体を移動させながら、第3の磁性層がキュリー温度以上になるようなパワーのレーザー光を照射しながら外部磁界を変調する方式と、一定方向の磁界を印加しながらレーザーパワーを変調する方式とがある。後者の場合には、光スポット径以下の微小磁区を形成するためには、光スポット内の所定領域のみが第3の磁性層のキュリー温度以上になるようにレーザー光の強度を調整する。

【0032】

【実施例】以下、図面に基づいて実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらによってなんら限定されるものではない。

【0033】[実施例1]直流マグネトロンスパッタリング装置に、BドーピングしたSi、およびGd、Tb、Fe、Coの各ターゲットを取り付け、トラッキング用の案内溝が形成されたポリカーボネイト基板を基板ホルダーに固定した後、 1×10^{-5} Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をクライオポンプで真空排気した。真空排気をしたままArガスを0.5 Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、ターゲットをスパッタして各層を成膜した。

【0034】まず最初に、下地層としてSiN層を90 nm成膜した。引き続き、第1の磁性層としてGdFeCo層を膜厚30 nm、第2の磁性層としてTbFe層を膜厚10 nm、第3の磁性層としてTbFeCo層を膜厚8

0 nmに順次成膜した。最後に、保護層としてSiN層を50 nm成膜した。SiN層成膜時にはArガスに加えてN₂ガスを導入し、直流反応性スパッタにより成膜した。各磁性層は、Gd, Tb, Fe, Coの各ターゲットに投入するパワーの比によって組成比を制御した。

【0035】第2および第3の磁性層の組成は、それぞれ補償組成近傍になるように希土類元素と鉄族元素の組成比を調整し、また第3の磁性層のCoはキュリー温度が250℃程度になるように添加量を調整した。第2の磁性層のキュリー温度は120℃であった。第1の磁性層は、第2の磁性層のキュリー温度以上の適当な温度範囲で単層膜としての磁壁の厚さが十分大きくなるように以下のように組成を調整した。

【0036】交換スティフネス定数をA、反磁界を含む実効的異方性エネルギーをKとすると、磁性膜の磁壁の厚さは $\pi (A/K)^{0.5}$ となる。実効的異方性が膜面垂直方向にある場合には、真の異方性エネルギーをKuとし、飽和磁化をMsとすると、 $K=Ku-2\pi Ms^2$ となる。したがって、希土類元素と鉄族元素の組成比を調整して、真の異方性Kuと同等の反磁界エネルギー $2\pi Ms^2$ を発生させるように飽和磁化Msを制御すれば、実効的異方性エネルギーを小さくでき、磁壁の厚さを所望の厚さに厚くすることができる。しかしながら、飽和磁化が大きいと浮遊磁界や外部磁界の影響を受け易く再生動作が不安定になるので、再生温度となる第2の磁性層のキュリー温度近傍の温度では第1の磁性層の飽和磁化を小さくしておきたい。このため、真の異方性エネルギーをなるべく小さくして実効的異方性エネルギーを小さくすることが望まれる。

【0037】また、磁壁厚の厚くなる温度範囲ができるだけ広い方が、本発明の再生動作を実行する際の、媒体上に形成する温度分布に対するマージンが広がる。そこで、ここでは120～200℃の温度範囲で実効的異方性エネルギーが十分小さくなるように組成を調整する。

【0038】まず、GdFeCoの中のCo添加量は、真の異方性が垂直方向の極小さな値を取るように調整した。すなわちCo添加量を増大させて行くと垂直磁気異方性が低下してやがて面に異方性を持つようになるので、垂直磁気異方性を維持できる限界の添加量とした。また、120～200℃程度の温度範囲で飽和磁化を抑制し、反磁界を含む実効的異方性エネルギーが、絶対値として極力小さな値を取るようにした。そのために、補償温度が160℃程度になるように希土類元素と鉄族元素の組成比を調整した。

【0039】この結果、120～200℃程度の温度範囲で、真の異方性エネルギーは3000 erg/cm³以下、飽和磁化は20 emu/cc以下となっており、実効的異方性エネルギーKが十分小さくなり、また交換スティフネス定数Aは 5×10^{-7} erg/cm程度となり、磁壁厚 $\pi (A/K)^{0.5}$

は、この温度範囲では400 nm以上となった。また、キュリー温度は300℃以上であった。一方、第3の磁性層の単層膜としての磁壁厚は、実効的異方性エネルギーと交換スティフネス定数の測定結果より、120～200℃程度の温度範囲で、20 nm以下であることが見積もられた。

【0040】なお、交換スティフネス定数Aの測定は、同一材料で極性の異なる交換結合二層膜を作製し、この二層膜間の界面磁壁エネルギーを実測し、これを磁壁エネルギー密度(プロット磁壁エネルギー密度) σ として、 $\sigma=4(A \times K)^{0.5}$ から導出して行なった。

【0041】次に、本実施例の磁性記録媒体への信号の記録と再生を行なった。レーザー波長が680 nm、NAが0.55の一般的な光磁気ディスク評価装置を用いて、媒体を線速3 m/secで駆動させて記録再生を行なった。

【0042】まず、記録再生用レーザーを5 mWでDC照射しながら磁界を ± 200 Oeで変調することにより、第3の磁性層のキュリー温度以上に加熱した後の冷却過程で、磁界の変調に対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返しパターンを形成した。

【0043】記録磁界の変調周波数は10 MHzとし、0.15 μ mのマーク長の繰り返しパターンを記録した。再生は、記録再生用レーザー自身で加熱して120℃以上の温度領域を記録膜面上に形成し、この領域に侵入した磁壁の厚さの拡大を、磁気光学効果を利用して記録再生用レーザーの反射光の偏光面の変化を検出することによって行なった。再生用レーザーのパワーを、0.5 mWから3.0 mWまで変化させたところ、1.2 mWの近辺から信号波形が現れ、1.6 mW以上の範囲で40 dB以上のC/Nが得られた。2.8 mW以上ではデータが破壊された。

【0044】記録膜面上の温度分布をシミュレーションにより見積もると、再生用レーザーが1.2 mW程度のとき、ピーク温度が120℃に達することがわかる。したがって再生レーザーパワーを1.2 mW以上にすれば結合切断領域が形成され、磁壁厚の拡大が起こり、再生スポットサイズより細かいピッチのマークパターンでも読み出しが可能になる。

【0045】すでに作用の項で説明したように、磁壁厚の拡大は、結合切断領域の前方から侵入した磁壁だけでなく、結合切断領域の後方で再転写された磁壁に伴って発生する磁壁でも起こるので、後方の磁壁の拡大が再生スポットで検出されると、同じ信号が一定の遅延時間を持って重量されて再生されることになる。これは信号を再生する上で好ましいことではないが、以下に述べるように再生パワーを上昇させると、後方の磁壁の拡大が再生スポットで検出されないようにすることができる。

【0046】再生用レーザーパワーを2.2 mWにしたときの温度分布を図3に示す。この場合120℃以上の領

域の長さは約 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ になり、図に示すようにスポットの後方で再転写された磁壁に伴って発生する磁壁が 400 nm 程度に拡大しても、再生スポット内に入らなくなる。この結果、信号の重畳がなくなり、より良好な再生信号が得られた。

【0047】以上のような本発明の再生方式に対して、再生用レーザーパワーが 1.2 mW 以下のときには、再生信号は全く検出できなかった。このときには記録膜の温度が十分上昇しておらず、磁壁拡大可能な結合切断領域が形成されていない。このため、従来の再生方式と全く同様の再生を行なっていることになる。この場合、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ のマーク長の繰り返しパターンは、再生光学系の分解能を遥かに超えた高密度信号であるため、全く検出できない。

【0048】また、例えば特開平3-93058号等に提案されているような従来の超解像方式による再生では、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ のマーク長の繰り返しパターンの信号を読み出すためには、同等レベルまでアパーチャーを制限する必要があり、有効に使用される光量が大幅に低下するため、 30 dB 以下の C/N しか得られなかった。次に、記録後の実施例1の媒体を、線速度を上げて再生を行った。その結果、評価装置の再生系の帯域の限界まで、立ち上がりおよび立ち下りの急峻な矩形波形が維持された。また、線速度を上げるほど、結合切断領域がスポットに対して後方寄り波形にシフトするため、前方から侵入した磁壁の拡大がスポット中心で検出できるようになり、信号振幅が増大した。

【0049】さらにまた、線速度を上げるほど、結合切断領域の前端部の温度勾配が急勾配になるので、これに伴って磁壁エネルギーの勾配も急になり、磁壁エネルギーの低い高温側に向かって磁壁を移動させようとする駆動力も大きくなる。このため、前方から侵入した磁壁が、磁壁厚の拡大と同時に、全体的にピーク温度部に磁壁移動するようになり、この結果、磁壁後方の完全に磁化容易軸方向に配向した部分が再生スポットに入るようになって、信号振幅が一層増大した。

【0050】[実施例2、3]実施例1の磁性記録媒体のトラッキング用の案内溝の部分の磁性膜を、評価装置を使って高パワーのレーザーで局所アニールし、この部分の磁性膜の磁性を劣化させた磁性記録媒体を作製した。また、矩形溝を有する基板を用い、溝の側壁に磁性膜を堆積させないように成膜して、記録トラックの両側の磁性膜を欠落させ、記録トラック側部には磁壁が形成されないようにした他は実施例1と同様の磁性記録媒体を作製した。

【0051】これらの磁性記録媒体の記録トラックに幅いっぱい磁区を形成して、側部に磁壁のない磁区パターンとして記録を行なった。その他は実施例1と同様にして記録再生特性を測定した。この結果、記録トラック側部の磁壁の影響がなくなり、再生特性が向上した。

[実施例4]第1の磁性層として以下のような GdFe 層を用いた他は、実施例1と同様の磁性記録媒体を作製した。 GdFe 膜は、成膜時に基板に負のバイアス電圧を与えると、バイアス電圧の増大に伴って垂直磁気異方性が低下してやがて面内に異方性を持つようになる。そこで、垂直磁気異方性を維持できる限界の -50 V のバイアス電圧を与えて成膜した。

【0052】この結果、 $120\sim 200^\circ\text{C}$ 程度の温度範囲で、真の異方性エネルギーは 700 erg/cm^3 以下、飽和磁化は 10 emu/cc 以下となっており、実効的異方性エネルギー K が十分小さくなり、また交換スチッフネス定数 A は $4\times 10^{-7}\text{ erg/cm}$ 程度となり、磁壁厚 $\pi(A/K)^{0.5}$ は、この温度範囲では 750 nm 以上となった。また、キュリー温度は 230°C となった。

【0053】本実施例の磁性記憶媒体への信号の記録と再生は、短波長、高NAの光学系を搭載した光磁気ディスク評価装置を用いて行なった。この評価装置では、再生用レーザーの $1/e^2$ スポット径は約 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ である。この再生用レーザーで加熱して、 120°C 以上の結合切断領域の長さが $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 程度になるようにパワーを調整した。

【0054】この結果、この領域に侵入した第1の磁性層の磁壁は、この領域いっぱい拡大する。 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 程度の再生スポットは結合切断領域の前方部分に配置されるので、磁壁の中心より前方部分のスピンのみ偏光面のカー回転に寄与することになる。したがって、面内に倒れたスピンや逆方向の成分を持つスピンの占める比率が減り、大きなカー回転が得られ、信号振幅が増大した。

【0055】結合切断領域の後方で再転写された磁壁に伴って発生する磁壁の拡大は、前方部分に配置された再生スポットでは殆ど検出されず、信号の重畳のない良好な再生信号が得られた。

【0056】以上述べた例の他、本発明の磁性記録媒体およびその再生方法は、磁気光学効果による偏光面の変化に限らず、磁壁厚の拡大によって生ずる別の変化を検出して再生するものであってもよい。本発明の磁性記録媒体の記録膜は、磁性材料であれば垂直磁化膜でなくてもよい。また、各磁性層の界面は必ずしも明瞭急峻である必要はなく、膜厚方向に徐々に特性の変化している構成であってもよい。

【0057】

【発明の効果】上記のように本発明によって、光学的な回折限界による制約を受けることなく高密度の信号を再生することができる。また、データ転送レートの向上が可能であり、重畳信号のない再生が可能なので各種マージンが広がり、再生装置コストを下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1～第3の磁性層を有する磁性記録媒体を使用した場合の本発明の再生方法の概念を示す模式説明

図。

【図2】本発明の磁性記録媒体の層構成の一実施態様を示す模式的断面図。

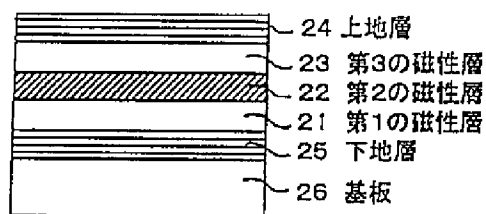
【図3】実施例における再生スポットと磁性膜面上に形成される温度分布、ならびに第1の磁性層中の原子スピンの配向の分布(磁壁の状態)を示す模式説明図。

【符号の説明】

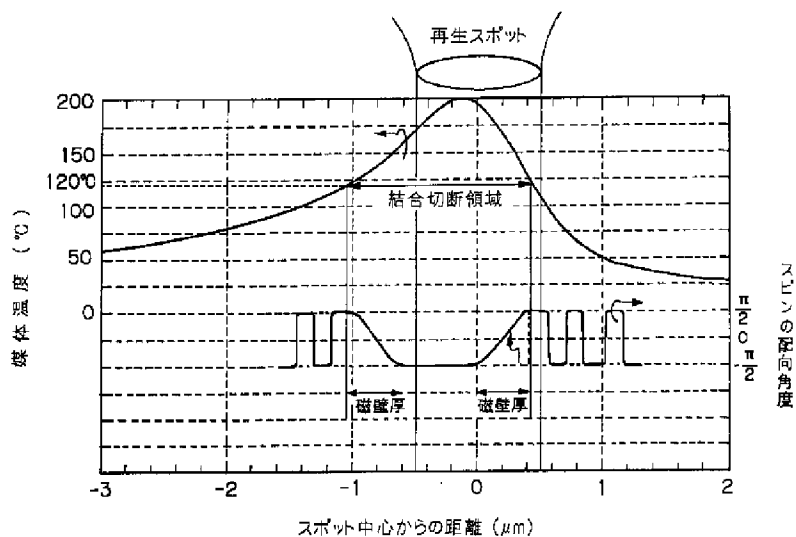
- 1 1, 2 1 第1の磁性層
1 2, 2 2 第2の磁性層 1
1 3, 2 3 第3の磁性層

- 1 4 各層中の原子スピンの向き
1 5 磁壁
1 6 再生用光ビーム
1 7 光ビームに対する媒体の移動方向
1 8 結合切断領域
1 9 媒体模式図の下側のグラフ
2 4 上地層
2 5 下地層
2 6 基板

【図2】



【図3】



【図 1】

